

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial



“PROPUESTA DE MEJORA EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN
EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO MINA PARA INCREMENTAR
LA CONFIABILIDAD EN LOS EQUIPOS DE CARGUÍO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Roland Franklin Ramos Yupanqui

Asesor:

Ing. Teófilo Martín Sifuentes Inostroza

Trujillo – Perú

2020

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	25
1.3. Objetivos	25
1.3.1. Objetivo General	25
1.3.2. Objetivos Específicos	25
1.4. Hipótesis	26
1.4.1. Hipótesis general	26
1.4.2. Hipótesis específicas	26
1.5. Variables	26
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	28

2.1	Tipo de Investigación	28
2.1.1	Según el propósito	28
2.1.2	Según el diseño de Investigación	28
2.2	Población y muestra	28
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	28
2.4	Procedimientos	29
CAPÍTULO III RESULTADOS		31
3.1	Evaluación Actual de la Planificación y Gestión en el Área	31
3.1.1	Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa)	31
3.1.2	Matriz FODA del área de Mantenimiento Mina.	32
3.2	Indicadores de Gestión del área de Mantenimiento Mina	35
3.2.1	Estudio de Criticidad	35
3.3	Identificación de problemas existentes en el área de Mantenimiento Mina	39
3.3.1	Matriz de Priorización	39
3.3.2	Diagrama de Pareto	40
3.3.3	Indicadores Actuales y Metas	41
3.4	Análisis y Propuestas de Mejora	44
3.4.1	Monetización de la Causa Raíz	44

3.4.2	Desarrollo de las Propuestas de Mejoras	55
3.5	Evaluación Económica y Financiera	93
3.5.1	Inversión para la Propuesta de Mejora	93
3.5.2	Ahorro Implementando la Propuesta	94
3.5.3	Estado de Resultados	97
3.5.4	Calculo de TIR / VAN	97
CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y LIMITACIONES		99
4.1	Discusión	99
4.2	Conclusiones	101
REFERENCIAS		103
ANEXO		106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 5S' Implementadas en un lugar de trabajo.	21
Tabla 2 5S' Implementadas en las personas	22
Tabla 3 5S' Implementadas en las Empresas.	22
Tabla 4 Análisis de variables.	27
Tabla 5 Procedimientos para el estudio de Investigación	29
Tabla 6 Análisis FODA en el área de Mantenimiento Mina.	32
Tabla 7 Matriz de Criticidad CTR – Equipos principales	36
Tabla 8 Matriz de priorización de las causas raíces – área de Mantenimiento Mina.	39
Tabla 9 Indicadores actuales y metas – área de Mantenimiento Mina	42
Tabla 10 Costos por parada de equipos de Carguío	46
Tabla 11 Costo de por pagos de horas extras anual	47
Tabla 12 Costos por Mantenimientos Correctivos por re trabajos adicionales.	50
Tabla 13 Costos por pedido de repuestos por emergencia	52
Tabla 14 Costos por falta de equipo de soporte – cambio de componentes	54
Tabla 15 Costos de inversión para la metodología KAIZEN	56
Tabla 16 Reducción de horas inoperativas aplicando la metodología KAIZEN	62

Tabla 17	Lista de tareas para Mantenimientos Preventivos y cambio de Componentes. ..	63
Tabla 18	Observaciones de actividad e inactividad de los técnicos.....	67
Tabla 19	Evaluación del factor de valorización a los técnicos	72
Tabla 20	Suplementos de descanso, necesidades personales y especiales.....	74
Tabla 21	Tiempos estándar para ejecución de Mantenimiento Programado	76
Tabla 22	Costos para ingreso de personal – medición de tiempos	77
Tabla 23	Reducción de horas inoperativas PMs aplicando estudio de tiempos.....	78
Tabla 24	Costos de penalidades al contratista.....	79
Tabla 25	Costos de personal – seguimiento y cumplimiento de penalidades	80
Tabla 26	Reducción de horas inoperativas por falla de mangueras - Contratista.	81
Tabla 27	Costos de Mantenimiento de Inventarios – Área Logística	83
Tabla 28	Costos por Pedido – Área Logística.....	84
Tabla 29	Determinación optima de pedido – Área Logística.	86
Tabla 30	Comparativo de costos Pedido de emergencia y Stock Almacén General.....	90
Tabla 31	Costo de inversión para capacitación de personal	91
Tabla 32	Reducción de % de retrasos de cambio de CCM – Mantenimiento Mina	92
Tabla 33	Inversión de la Propuesta de Mejora.....	93
Tabla 34	Ingresos generados por la propuesta en un año.....	96
Tabla 36	Flujo de Caja Anual	98
Tabla 37	Indicadores económicos anuales	98

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Diagrama Ishikawa - Área de Mantenimiento Mina.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 2 Matriz de criticidad propuesta por el modelo CTR</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3 Disponibilidad de equipos de carguío 2019</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4 Confiabilidad de Equipos de carguío 2019</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5 Diagrama de Pareto de las causas raíces – área de Mantenimiento Mina.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 6 Diagrama de paradas no programadas y responsabilidades</i>	<i>44</i>
<i>Figura 7 Horas operativas proyectadas vs reales – equipos de carguío.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 8 Diagrama de Pareto horas inoperativas por sistemas - WA1200-3</i>	<i>58</i>
<i>Figura 9 Diagrama de Pareto horas inoperativas por sistemas - PC4000-6.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 10 Tiempos de Ejecución y Frecuencia de cambios Anual – PC 4000-6</i>	<i>65</i>
<i>Figura 11 Tiempos de Ejecución y Frecuencia de cambios Anual – WA1200-3.....</i>	<i>66</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Valor de P (inicial)	69
Ecuación 2 Tiempo Promedio (TP).....	70
Ecuación 3 Tiempo Normal (TN)	73
Ecuación 4 Tiempo Estándar (TS)	75
Ecuación 5 Modelo Económico EOQ	83
Ecuación 6 Costo de Pedido (CP)	84
Ecuación 7 Costo de Adquisición (CA)	85
Ecuación 8 Numero de Pedidos Esperados	87
Ecuación 9 Tiempo esperado entre cada pedido	88
Ecuación 10 Punto de Reorden (ROP)	88
Ecuación 11 Stock de Seguridad.....	89

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo general, incrementar la confiabilidad de los equipos de carguío y reducir los costos en el área, mediante la propuesta de mejora en la planificación y gestión en el área de Mantenimiento Mina de una empresa minera.

Mediante la evaluación de la situación del área para la planificación y gestión en Mantenimiento Mina; se había utilizado 5 herramientas bases, para encontrar los principales problemas que afectan la confiabilidad de los equipos de carguío, cuyo fin fue la recopilación de información, donde se usaron cuadros y gráficos estadísticos.

Resultados. Los principales problemas que encontraron son: Se realizaban las inspecciones de forma deficiente, aumentando las órdenes de trabajo en los Mantenimientos Programados, generando paradas no planificadas e incremento de los mantenimientos correctivos, como consecuencia se producía paradas de producción, generando un costo anual de \$/. 433,933.21 dólares. No tenían definido los tiempos estándar para la ejecución de los trabajos programados y la mala planificación para su ejecución, generaban incremento de horas extras del personal, reflejado en sobretiempo de mano de obra, incrementando los costos anuales en los pagos de \$/. 24,001.4 dólares. Las paradas no planificadas debido a la falla de los insumos y reparaciones deficientes realizadas por el personal contratista, generaban una pérdida de la producción, con un costo anual de \$/. 31,093.31 dólares. Faltaban los repuestos en el almacén general, donde se generaban pedidos por emergencia en un 15 % adicional en su costo de envío, con un incremento en el presupuesto anual en el área de Mantenimiento Mina de \$/. 76,028.46 dólares. No se tenían las autorizaciones en la mayoría de personal de taller para manipulación de equipos de soporte que se necesitaba para el cambio de componentes

mayores, generando retrasos para la entrega de los equipos de carguíos después de los trabajos programados, generando costos anuales de \$/. 50,997.03 dólares.

Conclusiones. El desarrollo de la propuesta de mejora en la planificación y gestión en el área de mantenimiento mina para incrementar la confiabilidad en los equipos de carguío consistió en la aplicación de la metodología Kaizen, Estudio de tiempos y estandarización de los trabajos programados, aplicación de penalidades por mala reparación por parte del personal contratista, EQQ y punto de reposición de stock en almacén general y un Programa de Capacitación al personal de taller para operación de equipos de soporte. Estas mejoras lograron reducir las paradas no planificadas de los equipos de carguío e incrementar la Confiabilidad, Disponibilidad y reducir los costos en pago de horas extras al personal y pedidos de repuestos por emergencia.

En la evaluación económica, la implementación de la propuesta de mejora en la planificación y gestión del área de mantenimiento en un periodo de 2 años, se dio como resultado que el proyecto es RENTABLE, ya que se obtuvo un VAN de \$/. 483,687.52 dólares, TIR de 607.9% y B/C de 2.7

Palabras claves: Rentabilidad de la empresa, Propuesta de mejora, Problemas que afectan la confiabilidad en los equipos.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

Avalos Alvarado, V. L., & López Zavaleta, A. M. (2018). MODELO EOQ PARA REDUCIR LOS COSTOS DE INVENTARIOS DE LA EMPRESA CLASA S.A.C. (*Tesis Profesional*).

Universidad Privada del Norte, Trujillo.

Becerra Vasquez, E. M., & Saldaña Vasquez, M. H. (2018). TIEMPO ESTÁNDAR DE LOS PRINCIPALES SERVICIOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MECÁNICA AUTOMOTRIZ MOTOR SERVIS MAGNO E.I.R.L. (*Tesis Profesional*).

Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

Betancourt Basallo, G. D., & Trebilcock Castillo, M. (2018). DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA PRODEHOGAR LTDA. (*Proyecto integral de grado para optar el título de INGENIERO MECÁNICO*). FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA FACULTAD DE INGENIERÍAS, Bogotá.

Bryan Salazar López. (01 de Noviembre de 2019). *Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)*.

Obtenido de INGENIERÍA INDUSTRIAL: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

Hermández Matías, Juan Carlos; Vizán Idoipe, Antonio. (2013). *Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.

Imai, M. (2001). *La Calve de la Ventaja Competitiva Japonesa*. Mexico: COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL.

Ishikawa, K. (1943). *Las 7 herramientas básicas para la administración de la calidad*. Obtenido de

WIKIPEDIA La enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa

KRAJEWSKI, L. J. (2008). *Administración de Operaciones Proceso y cadenas de valor octava edición*. Mexico: PEARSON Educación.

Pareto, V. (1906). *Diagrama de Pareto*. Obtenido de WIKIPEDIA La enciclopedia libre:

https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto

Rivas García , E. D. (2006). MODELO TEÓRICO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LOS PRINCIPIOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS. (*Magíster Scientiarum en Gerencia de Proyectos*). Universidad Católica Andres Bello, Caracas.

Rodriguez del Aguila, M. A. (2012). PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA MINERA DE CAJAMARCA. (*Tesis Profesional*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

Santiago Garcia, J. M. (2017). IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS DE LA EMPRESA TECNOPRESS S.A.C. (*Tesis Profesional*). Universidad César Vallejo, Lima.

Starlin Benitez, J., Javier Amaya, R., & Alejandro Solís, O. (2010). IMPLEMENTACIÓN DE UNA CULTURA DE MEJORA CONTINUA EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA



EMPRESA BIMBO DE EL SALVADOR, A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA KAIZEN.

(Grado de Maestro en Gestión de Calidad). Universidad Don Bosco, El Salvador.

Villegas Arenas, J. C. (2016). PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL ÁREA DE
MANTENIMIENTO, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA EMPRESA
“MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”. *(Tesis Profesional)*. Universidad
Católica San Pablo, Arequipa.

W. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del
trabajo, Duodécima Edición*. Mexico: Mc-GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES
S.A DE C.V.

Anexo 18: Paradas correctivas - Exanco

Paradas Correctivas - Equipo de Carguío										
	WA1200					PC 4000				
Meses	Horas Reales	Horas Contempladas	Diferencia de horas	Horas por falla de mangueras	% responsabilidad contratistas	Horas Reales	Horas Contempladas	Diferencia de horas	Horas por falla de mangueras	% responsabilidad contratistas
Ene	299	90	209		0%	100	60	40		0%
Feb	215	90	125	5.6	4%	182	60	122		0%
Mar	347	90	257		0%	193	60	133		0%
Abr	292	90	202		0%	175	60	115		0%
May	250	90	160	4.5	3%	110	60	50		0%
Jun	303	90	213	15.7	7%	229	60	169	22.36	13%
Jul	98	90	8		0%	107	60	47		0%
Ago	125	90	35	24.6	70%	93	60	33	12.2	37%
Sep	152	90	62	28.6	46%	173	60	113		0%
Oct	241	90	151	33.9	22%	112	60	52		0%
Nov	252	90	162	27.9	17%	108	60	48		0%
Dic	128	90	38	16.9	44%	109	60	49		0%
Total	2,702	1,080	1,622	158	10%	1,691	720	971	35	4%
Paradas de Equipo por correctivos					2,593		Propuesta de Mejora 0.95			
	Paradas de equipo por falla de Mangueras				192		Paradas de equipo por falla de Mangueras			9.613
% de paradas por falla de Mangueras					7%		% Paradas por fallas de Mangueras			0.4%
	Costo por perdida de producción				3109330.88		Costo por perdida de producción			11527.19

Fuente: Elaboración propia